PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **57-153433**
(43)Date of publication of application : **22.09.1982**

(51)Int.Cl. **H01L 21/30**

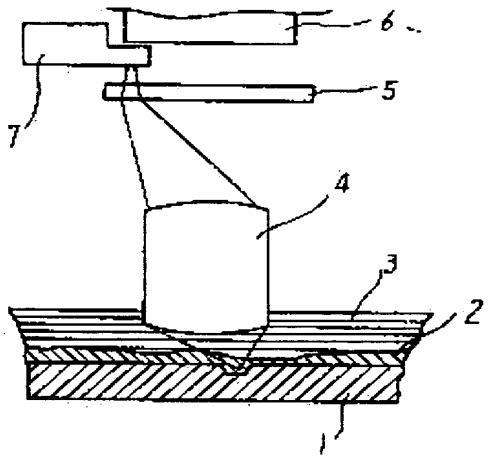
(21)Application number : **56-037977**
(22)Date of filing : **18.03.1981**

(71)Applicant : **HITACHI LTD**
(72)Inventor : **TAKANASHI AKIHIRO**
HARADA TATSUO
AKEYAMA MASAMOTO
KONDO YATARO
KUROSAKI TOSHISHIGE
KUNIYOSHI SHINJI
HOSAKA SUMIO
KAWAMURA YOSHIO

(54) MANUFACTURING DEVICE FOR SEMICONDUCTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the forming capability of a minute pattern by receiving a liquid onto a photo-resist film and scanning the pattern while immersing the nose of a reducing glass in the liquid when the pattern is exposed or detected to the photo-resist film applied onto a substrate.



CONSTITUTION: The photo-resist film 2 is applied onto the substrate 1, and beams from an illumination system 6 for exposing the pattern are scanned, projected and exposed by using the reducing glass 4 interlocked with a pattern position detector 7 through the original figure pattern 5. In this constitution, the liquid 3, such as ethane trichloride trifluoride having a 1.36 refractive index or chlorobenzene having a 1.53 refractive index or the like is received on the surface of the resist film 2, and the beams are projected, exposed and scanned while immersing the nose of the glass 4 in the liquid. Accordingly, resolvable line width can be thinned respectively as 0.69 and 0.62 as compared to 0.9μm resolvable line width in air in the case when using the glass 4 of λ=0.436μm and sin θ=0.28, and the limit of the resolution of the pattern is elevated remarkably.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) **Japan Patent Office** (JP)

(11) Japanese Unexamined Patent Application Publication Number

(12) **Japanese Unexamined Patent Application Publication** (A)

S57-153433

(51) Int. Cl.[3]	Identification codes	JPO file numbers	(43) Publication date: September 22, 1982
H 01 L 21/30		7131 – 5F	No. of Inventions: 1 Request for examination: Not yet requested

(Total of 4 pages)

(54) SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARATUS

(21) Japanese Patent Application No.: S56-37977

(22) Date of Application: March 18, 1981

(72) Inventor: TAKANASHI AKIHIRO, Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory, 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi

(72) Inventor: HARADA TATSUO, Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory, 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi

(72) Inventor: AKIYAMA MASAMOTO, Hitachi, Ltd., 1-5-1 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo

(72) Inventor: KONDOU YATAROU, Hitachi Ohme Electronics, Inc., 3-3-2 Fujihashi, Ohme-shi

(72) Inventor: KUROSAKI TOSHISHIGE, Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory, 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi

(71) Applicant: HITACHI, LTD., 1-5-1 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo/ 4-6 Kanda Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo

(74) Representative: Toshiyuki Usuda, patent attorney; Ogawa Katsuo

continued on the last page

Specification

Title of the Invention

Semiconductor Manufacturing Apparatus

Scope of Patent Claims

A semiconductor manufacturing apparatus; characterized in that it is configured to perform, via a liquid, detection of a pattern on a substrate on which a photosensitive material has been coated or exposure and formation of a pattern.

Detailed Explanation of the Invention

The present invention relates to a manufacturing apparatus for highly integrated semiconductor devices, etc. that use fine patterns.

Among semiconductor manufacturing processes, the lithography process, which forms a fine pattern on a substrate, is the most important, and photographic technology that uses light is the main current for this process at present.

In demand in this lithography process is, in addition to higher integration and higher density of semiconductor devices, improvement of fine pattern formation capability and of the positioning (alignment) function to form a pattern at the desired position.

However, in the case where the photographic technology discussed above is used, the required formation of fine patterns of approximately one micron is approaching the limits of formation capability due to limitations on the wavelengths that can be used in exposure.

In addition, in order to form a pattern at the prescribed position, it is necessary to detect the position of the pattern already formed on the substrate with high accuracy. In general, when performing position detection, as shown in FIG. 1, the pattern on the substrate 1 (concave portion in the drawing) is covered by a photosensitive

material 2 such as photoresist, and, moreover, flatness cannot be expected at the surface of the photoresist. For this reason, refraction, etc. of the pattern detection light becomes uneven, and there have been many cases in which problems are caused in position detection accuracy.

The purpose of the present invention is to provide a revolutionary semiconductor manufacturing apparatus that is designed by focusing on the above points and that is able to bring about improvement of fine pattern formation capability and improvement of pattern position detection accuracy.

To achieve the aforementioned purpose, the present invention is configured to perform, via a liquid, detection of a pattern on a substrate on which a photoresist (photosensitive material) has been coated or exposure and formation of a pattern.

The present invention will be explained in detail below using embodiments.

First, the basic principle of the present invention will be explained. In general, the pattern resolution limit R of pattern projection optical systems used in pattern formation for semiconductor devices, etc. is indicated by the following equation.

$R = 0.61 \lambda/n \times \sin \theta$

Here,

λ: wavelength of light used in exposure

n: refractive index of the atmosphere in which the exposure optical system is installed

θ: characteristic value of the reduction lens

In order to highly integrate semiconductor devices, the pattern that forms the semiconductor device must be made more fine, and it is necessary to improve the pattern resolution limit R of the projection optical system.

Therefore, up to the present, efforts such as ① shortening the exposure wavelength and ② making the characteristic value sin θ of the lens larger have been made. However, the respective amounts of these are already close to the limits due to physical limitations. In addition, pattern projection exposure up to this point has only been performed in air, and in the above equation, it was always n = 1. Therefore, in the present invention, a liquid in which n is larger than 1 is used, and an attempt is made to dramatically improve the pattern resolution limit R.

FIG. 2 is a drawing that shows an example of application to a conventional reduction projection type exposure apparatus.

A reduction projection exposure apparatus is an apparatus that forms a semiconductor device pattern on the entire surface of a substrate 1 while reducing an original image pattern 5 via a reduction lens 4 each time a substrate 1 on which a photosensitive material (photoresist) 2 has been coated is moved by a predetermined amount and performing projection exposure onto the substrate 1. In addition, in the present apparatus, the photosensitive material 2 that is coated onto the substrate 1 is held in a liquid 3. In this case, the liquid 3 is filled into the space between the substrate 1 and the reduction lens 4, and the photosensitive material surface that has been coated onto the substrate is kept in the liquid. Then, the liquid 3 is filled so that a portion of or all of the reduction lens 3 [sic; 4] is submerged as shown in the drawing. Furthermore, as shown in FIG. 3, the configuration may be such that a nozzle 9 is provided at a portion of the reduction lens 4, the liquid 3 is caused to flow in via a liquid inflow port 8 thereof and flows out onto the substrate 1 to keep the photosensitive material surface in the liquid.

Note that, in the drawing, 6 is an illumination system that exposes the pattern, and 7 is a pattern position detector.

In the relevant configuration, if the high-resolution reduction lens that can be obtained and used in this apparatus is, for example, $\lambda = 0.436$ microns and $\sin \theta = 0.28$, when the refractive index n of the atmosphere in which the exposure optical system is installed is changed to be larger than 1, improvement of the resolution limit R is possible as shown in FIG. 4.

That is, in contrast to the resolvable line width having been 0.95 microns when exposure was performed in air as has been the case up to the present, for example, by using a liquid in which n = 1.36 (for example, ethane trichloride trifluoride) or a liquid in which n = 1.53 (for example, chlorobenzene), it is possible to make the resolution limits more fine to 0.69 microns and 0.62 microns respectively, and it is possible to dramatically improve pattern formation capability.

In addition, if the refractive index n_P of the photoresist coated onto the substrate and the refractive index n_L of the liquid are made the same, as discussed above, correction is performed by the liquid as shown in FIG. 2 even if we assume that the photoresist surface is not flat, so it is possible to drastically reduce adverse effects resulting from photoresist which have occurred up until now during pattern detection, and stable, highly accurate pattern detection becomes possible.

Another effect of the present invention is that, since it is possible to maintain the level of cleanliness of the liquid used through techniques such as distillation, one can expect prevention of the occurrence of defects attributable to the fact that dust contained in the air adheres to the photoresist surface as has been the case up to the

present. In particular, for sub-micron fine pattern regions formed by reduction projection exposure apparatuses, it has been thought to be difficult to remove fine dust contained in the air, and the relevant benefits of the present invention are considered to be great.

In addition, with respect to positioning error resulting from expansion and contraction of the substrate accompanying temperature changes during the exposure operation, since it is possible to perform temperature control of the substrate using a liquid with a high thermal capacity in comparison with air, it has various advantages such as the ability to prevent substrate temperature changes in advance.

Note that in the embodiment above, the explanation was limited to a reduction projection type exposure apparatus, but the present invention is not limited to this, and its effects would be great even if it were applied to a magnification projection exposure apparatus that forms a fine pattern on a substrate or to apparatuses for inspection and measurement of fine patterns on a substrate.

Brief Explanation of the Drawings

FIG. 1 is a cross-sectional schematic drawing that shows an example of a substrate on which a pattern has been formed, FIG. 2 is a partial cross-sectional schematic drawing that shows an embodiment of the present invention, FIG. 3 is a partial cross-sectional schematic drawing that shows another embodiment of the present invention, and FIG. 4 is a diagram that shows an example of the effects of the present invention.

1 substrate
2 photosensitive material
3 liquid
4 reduction lens
5 original image pattern

continued from page 1

(72) Inventor	KUNIYOSHI SHINJI Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi
(72) Inventor	HOSAKA SUMIO Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi
(72) Inventor	KAWAMURA YOSHIO Hitachi, Ltd. Central Research Laboratory 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-shi

⑲ 日本国特許庁（JP）　　⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報（A）　　昭57—153433

⑤1Int. Cl.³　識別記号　庁内整理番号
H 01 L 21/30　7131—5F

⑬公開 昭和57年(1982) 9月22日
発明の数 1
審査請求 未請求
（全 4 頁）

⑤4半導体製造装置

⑳特願 昭56—37977
㉒出願 昭56(1981) 3月18日
⑦2発明者 高梨明紘
国分寺市東恋ケ窪1丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内
⑦2発明者 原田達男
国分寺市東恋ケ窪1丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内
⑦2発明者 明山正元
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号株式会社日立製作所内
⑦2発明者 近藤弥太郎
青梅市藤橋3丁目3番地の2日立青梅電子株式会社内
⑦2発明者 黒崎利栄
国分寺市東恋ケ窪1丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内
⑦1出願人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内1丁目5番1号
⑦4代理人 弁理士 薄田利幸
最終頁に続く

明　細　書

発明の名称　半導体製造装置

特許請求の範囲

液体を介して、感光剤を塗布した基板上のパターンの検出、あるいはパターンの露光、形成を行なう如く構成したことを特徴とする半導体製造装置。

発明の詳細な説明

本発明は、微細パターンを用いた高集積半導体素子等の製造装置に関するものである。

半導体製造工程の中で、微細パターンを基板上に形成するリソグラフイ工程が最も重要であり、現在この工程には、光を使用した写真技術が主流をしめている。

本リソグラフイ工程においては、半導体素子の高集積化、高密度化にともない、微細パターンの形成能力と所望の位置にパターンを形成する位置合せ（アライメント）機能の向上が要求されている。

しかし、前述の写真技術を用いる場合、要求される1ミクロン程度の微細パターンの形成は、露光に使用できる波長の制約から、形成能力の限界にきている。

また、所望の位置にパターンを形成するためには、すでに形成されている基板上のパターンの位置を高精度に検出する必要がある。一般に位置検出を行なう際、第1図に示すように、基板1上のパターン（図中の凹部分）は、ホトレジストなどの感光剤2におおわれており、しかもホトレジストの表面に平坦度を期待できない。このため、パターン検出光の屈折などが不均一になり、位置検出精度に問題を生ずることが多かつた。

本発明の目的は、上記の点に着目してなされたものであり、微細パターンの形成能力の向上とパターン位置検出精度の向上をもたらし得る画期的な半導体製造装置を提供するものである。

上記の目的を達成するために、本発明では、液体を介して、ホトレジスト（感光剤）を塗布した基板上のパターンの検出、あるいはパターンの露光、形成を行なう如く構成したものである。

以下、本発明を実施例によつて詳細に説明する。

最初に本発明の基本的原理について説明する。一般に半導体素子等のパターン形成に使用されるパターン投影光学系のパターン解像限界Rは次式で示される。

$$R = 0.61\frac{\lambda}{n \times \sin\theta}$$

ここで、λ：露光に使用する光の波長

n：露光光学系が設置されている雰囲気の屈折率

θ：縮小レンズの固有値

半導体素子を高集積化するためには、半導体素子を形成するパターンを微細化しなければならず、投影光学系のパターン解像限界Rを向上させる必要がある。

そこで、これまでは、①露光波長を短かくする、②レンズの固有値$\sin\theta$を大きくする、などの努力がなされてきた。しかし、これらの諸量も物理的制約からすでに限界に近い。また、これまでのパターン投影露光は空気中で行なわれており、上式において、つねに$n=1$となつていた。そこで、本発明では、nが1より大きい液体を使用し、パターン解像限界Rを飛躍的に向上しようとするものである。

第2図は、本発明を縮小投影型の露光装置に適用した一例を示す図である。

縮小投影露光装置は、感光剤（ホトレジスト）2を塗布した基板1を定寸送りするたびに原画パターン5を縮小レンズ4を介して縮小し、基板1上に投影露光しながら基板1の全面に半導体素子パターンを形成する装置である。そして、かかる装置において、基板1上に塗布された感光剤2が液体3中に保持されている。この場合、液体3は基板1と縮小レンズ4間に充填され、基板上に塗布された感光剤面を液体中に保持する。そして、液体3は、図示のように縮小レンズ3の一部もしくは全部を浸すように充填されている。さらにまた、第3図に示すように、縮小レンズ4の部分にノズル9を設け、その液体流入口8を通して液体3を流入せしめ、基板1上に流出する如く構成して感光剤面を液体中に保持してもよい。

なお、図において、6はパターンを露光する照明系、7はパターン位置検出器である。

かかる構成において、例えば本装置に利用できる入手可能な高解像度縮小レンズが、$\lambda=0.436$ミクロン、$\sin\theta=0.28$である場合には、露光光学系が設置されている雰囲気の屈折率nを1より大きく変化させると、第4図に示すごとく解像限界Rが向上する。

すなわち、これまでのように空気中で露光した場合には、解像できる線幅が0.95ミクロンであつたのに対し、例えば$n=1.36$の液体（例えば三塩化三フツ化エタン等）あるいは、$n=1.53$の液体（例えばクロルベンゼン等）を使用することにより、解像限界をそれぞれ0.69ミクロン、0.62ミクロンにまで微細化することができ、パターン形成能力を飛躍的に向上せしめることができる。

また、基板に塗布されたホトレジストの屈折率n_pと液体の屈折率n_ℓを同一にすれば、前述のようにホトレジスト表面が、仮に平坦でなくとも第2図に示すように液体で補正されるため、パターン検出時にこれまで生じていたホトレジストによる悪影響を抜本的に除くことができ、安定した高い精度のパターン検出が可能となる。

本発明のその他の効果として、使用する液体を蒸留等の手法により清浄度を維持することができるため、これまでのように空気中に含まれる塵がホトレジスト表面に付着することに起因する不良の発生を防止することが期待できる。特に、縮小投影露光装置で形成するミクロン以下の微細パターン領域では、これまで空気中に含まれる微細な塵を除く事が困難であると考えられており、かかる本発明の効果は甚大であると考えられる。

さらに、露光作業中の温度変化にともなう基板の伸縮による位置合せ誤差に対しても、空気に比して熱容量の大きい液体で基板の温度制御をすることができるため、基板の温度変化を未然に防止できるなど、様々なる利点を有するものである。

なお、上記実施例では、縮小投影型の露光装置に限つて説明したが、本発明はこれに限らず基板

上にパターンを形成する等倍の投影露光装置や、基板上の微細パターンの検査、計測装置に適用してもその効果は大きい。

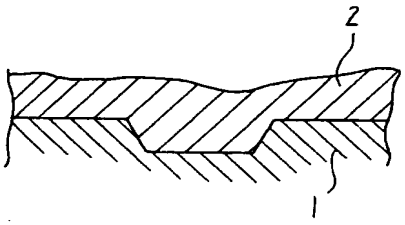
図面の簡単な説明

第1図はパターンの形成された基板の一例を示す断面略図、第2図は本発明の一実施例を示す一部断面略図、第3図は本発明の他の実施例を示す一部断面略図、および第4図は本発明の効果の一例を示す線図である。

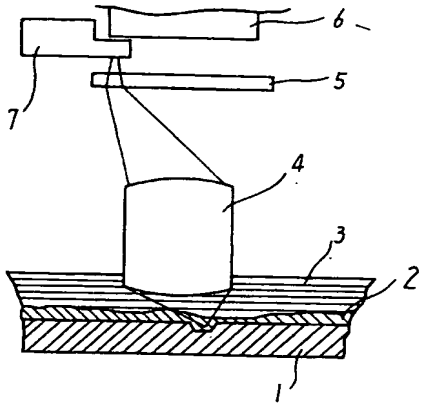
1…基板、2…感光剤、3…液体、4…縮小レンズ、5…原画パターン。

代理人　弁理士　澤田利夫

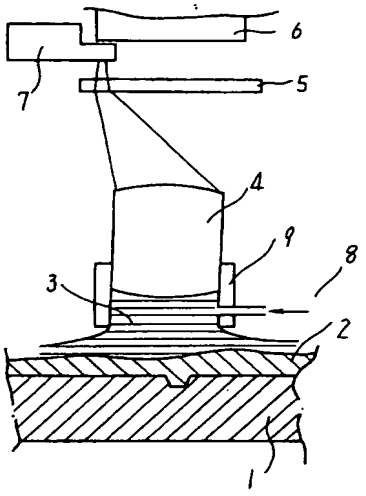
第　1　図



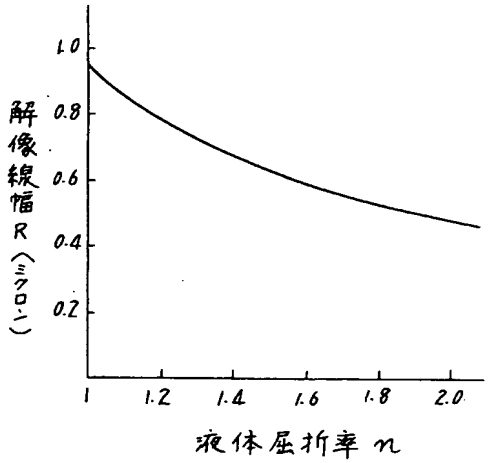
第　2　図



第　3　図



第　4　図



第1頁の続き

⑫発　明　者　国吉伸治
国分寺市東恋ケ窪1丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内
⑫発　明　者　保坂純男
国分寺市東恋ケ窪1丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内
⑫発　明　者　河村喜雄
国分寺市東恋ケ窪1丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内